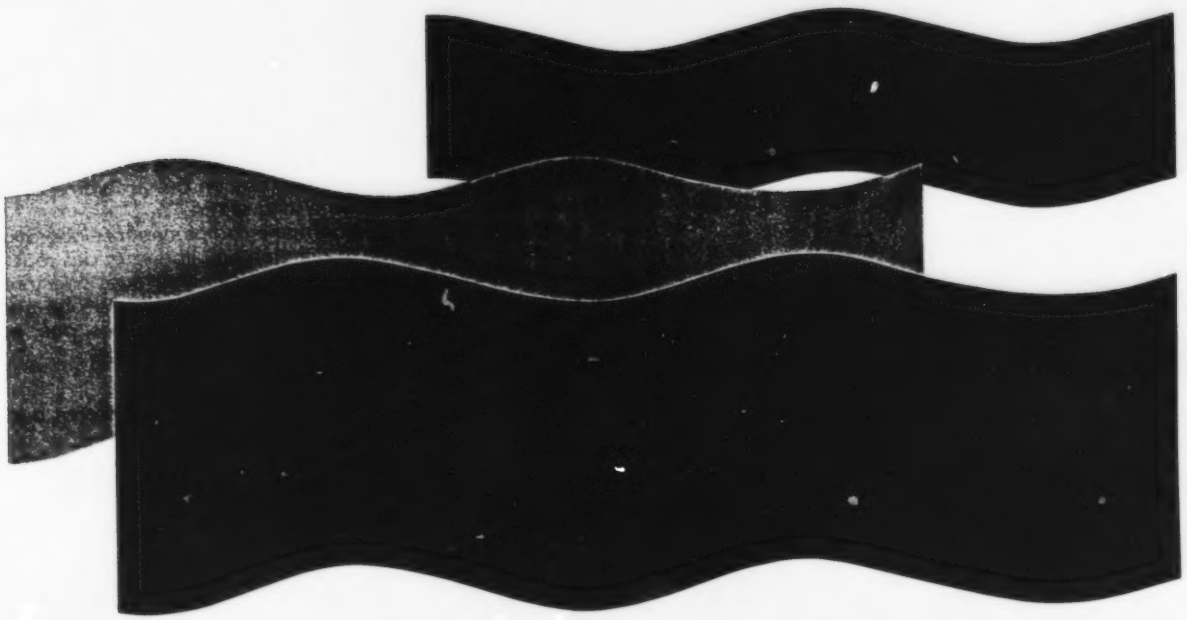
Stabilization / Solidification

Environmental technology



Environment Canada Environnement Canada

Canada

While many forms of organic industrial waste can be detoxified or destroyed, *inorganic* residues such as heavy metals must be isolated from the environment for long periods of time. A specialized group within Environment Canada's Wastewater Technology Centre is searching for better ways to stabilize, solidify and safely dispose of these hazardous materials.

Inorganic wastes—such as sludges and ashes containing toxic metals—pose a special problem for waste management specialists because these wastes must be concentrated and ultimately disposed of in a manner that will not pose a threat to the environment or human health.

Did you know that Portland cement can often be added to industrial residues containing inorganic contaminants to create a waste form suitable for stable, long-term disposal?

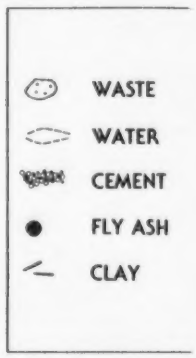
The best method currently available for dealing with inorganic wastes comprises two closely-related operations: stabilization and solidification.

Stabilization refers to techniques designed to chemically alter the wastes to destroy or immobilize the contaminants they contain. *Solidification* refers to techniques which improve the physical and handling characteristics of the waste. Together, these operations—the subject of careful study by Environment Canada's Wastewater Technology Centre—transform a hazardous waste into a substance suitable for safe disposal.

Focus on Solidification

Many industrial operations produce large volumes of wastewater containing dissolved and suspended hazardous constituents. Various treatment techniques including precipitation, neutralization, oxidation/reduction and dewatering can be used to concentrate these potentially harmful residues.

Most solidification processes applied to aqueous wastes are based on the use of a hydraulic cement such as Portland cement. Cement-based processes are particularly well suited to the treatment of aqueous waste since cement uses water for hardening. The solids content of the waste can be adjused through the addition of a thickener such as ash, slag or clay to minimize the amount of cementitious material required. Secondary additives—such as activated carbon, zeolites or clays—are sometimes used to reduce the leaching of otherwise mobile contaminants or to control the setting properties of cement.



Solidification improves the properties of the waste at both a macroscopic and a microscopic level.

At the macroscopic level, solidification increases the stability of a landfill by creating a uniformly solidified waste product, while establishing a stable chemical environment. Further, the formation of a single, large, stable mass reduces the area of surface contact with the surrounding soil—minimizing the potential for leaching.

At a microscopic level, solidification often serves to encapsulate individual waste particles or to immobilize contaminants through various precipitation and adsorption reactions. Consequently, stabilization/solidification provides an added measure of safety should macrocontainment systems fail, by preventing or decreasing the rate of leaching by diffusion or advection.

Wastewater Technology Centre Activities

At Environment Canada's Wastewater Technology Centre (WTC) in Burlington, Ontario, a specialized group of engineers and scientists is devoted to the characterization, treatment and disposal of stablized/solidified wastes. The WTC draws on expertise in many different fields to develop testing methods applicable to waste materials, assess the performance of treatment technologies and develop mathematical models of treatment and leaching processes.

The Wastewater Technology Centre has developed a model which can predict leaching rates from a hazardous waste landfill over a period of 1000 years.

Test Method Development

Laboratory evaluation methods are used to characterize the physical, chemical and leaching properties of solid wastes. Physical properties are measured using standard soil and concrete tests together with special test methods developed at the WTC. Chemical properties are determined by measuring the concentration of inorganic and organic contaminants using state-of-the-art analytical tools. Leaching is estimated using a variety of extraction procedures and tests.

WTC personnel have developed or improved upon several laboratory tests that are used for characterizing and regulating wastes, including the validation of a battery of tests to measure the physical and leaching properties of solidified wastes. The group has also worked with scientists in other countries to develop standard leaching tests.

Treatability Studies
Bench-scale evaluation of solid waste treatment technologies—especially those involving the use of cementitious products to create solidified monoliths—form a particularly important aspect of WTC activities. These studies involve evaluation of different additives, their required dosages and effect on the performance of the process. The results of such evaluations are studied closely by the waste disposal industry in determining the relative value of alternative approaches. The WTC often involves waste management firms in cooperative efforts to develop and demonstrate solidification methods appropriate to a particular group of wastes.

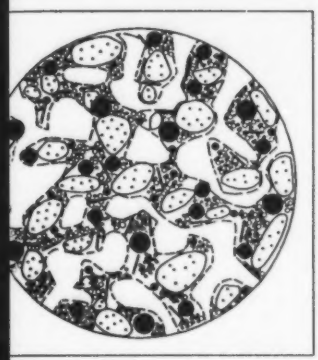
Mathematical Modelling
The development of mathematical models is proving to be of great value in understanding the mechanisms that result in contaminant leaching from solid wastes. These models are useful both for interpreting the results of laboratory evaluation programs and for predicting long-term leaching.

The WTC's recent successes in this area include the development of a mathematical model to account for simultaneous diffusion and chemical reactions in solidified wastes, the use of analytical models to interpret the results of batch tests, and the prediction of leaching rates at a proposed hazardous waste landfill—over a 1000-year period—in support of an environmental assessment submission.

Technology Transfer
A particularly significant dimension of the WTC's mandate is the transfer of information on solid waste management technologies.

To that end, WTC personnel are continuously involved in technology transfer activities such as: organization of international conferences on the solidification of hazardous and radioactive wastes; development of a publicly-accessible computerized literature data base on leaching and solidification; and the development of an expert system to assess solid waste leaching under a variety of disposal scenarios.

For more information on stabilization/solidification techniques, or on other research activities of Environment Canada's Wastewater Technology Centre, contact:



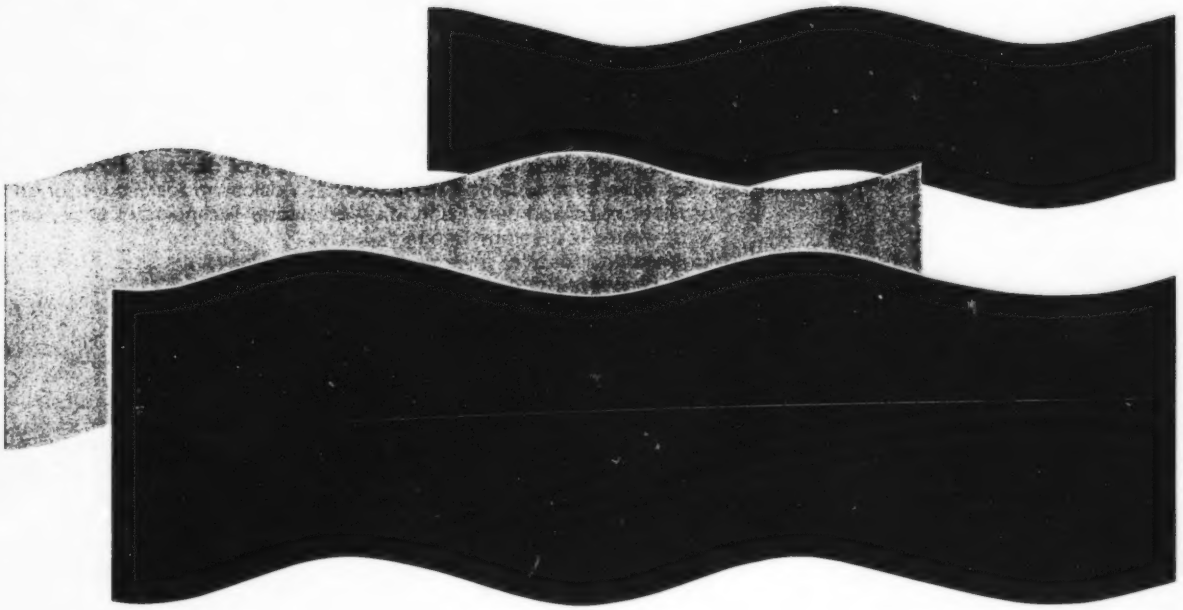
Wastewater Technology Centre
Environment Canada
867 Lakeshore Road
Burlington, Ontario
L7R 4A6

P. Côté
Tel.: (416) 336-4605
or
T. Constable
Tel.: (416) 336-4716

Stabilisation / solidification

8

Techniques environnementales



Environnement Canada Environment Canada

Canada

Saviez-vous que le ciment Portland peut souvent être incorporé aux résidus industriels contenant des polluants inorganiques pour créer une forme de déchet appropriée à une élimination stable à long terme?

Bien que la détoxication ou la destruction de nombreuses formes de déchets industriels organiques soit possible, les résidus inorganiques comme les métaux lourds doivent être isolés de l'environnement pendant de longues périodes. Un groupe de spécialistes attachés au Centre technique des eaux usées (CTEU) d'Environnement Canada mène des recherches pour trouver de meilleures méthodes pour stabiliser et éliminer de façon sécuritaire ces matières dangereuses.

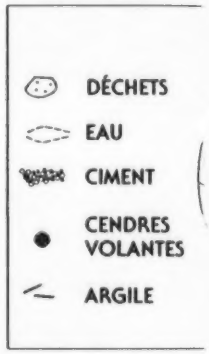
Les déchets inorganiques, comme les boues et les cendres contenant des métaux toxiques, posent un problème spécial aux spécialistes de la gestion des déchets parce que tels déchets doivent être concentrés et finalement éliminés de façon à ce qu'ils ne constituent pas une menace pour l'environnement ou la santé.

La meilleure façon actuelle de traiter les déchets inorganiques consiste en deux opérations connexes: la stabilisation et la solidification.

Par stabilisation, on entend les techniques conçues pour modifier chimiquement les déchets de façon à détruire ou immobiliser les polluants qu'ils contiennent. La solidification concerne les techniques visant à améliorer les caractéristiques physiques et de manutention des déchets. Ces deux opérations réunies, qui sont l'objet d'une étude approfondie par le Centre des techniques des eaux usées d'Environnement Canada, transforment un déchet dangereux en une substance qui peut être éliminée de façon sécuritaire.

Priorité à la solidification

De nombreux procédés industriels produisent d'importants volumes d'eaux usées contenant des matières dangereuses dissoutes et en suspension. Diverses techniques de traitement, notamment la précipitation, la neutralisation, l'oxydo-réduction et la déshydratation, peuvent être utilisées pour concentrer ces résidus potentiellement toxiques.



La plupart des procédés de solidification appliqués aux déchets aqueux sont basés sur l'utilisation d'un ciment hydraulique comme le ciment Portland. Les procédés à base de ciment sont particulièrement appropriés au traitement des déchets aqueux étant donné que le ciment durcit dans l'eau. La teneur des déchets en solides peut être modifiée en ajoutant un épaississant comme la cendre, le laitier ou de l'argile pour minimiser la quantité requise de matériaux de cimentation. Des additifs secondaires comme du charbon activé, des zéolites ou des argiles sont quelquefois utilisés pour réduire les caractéristiques de lessivage des polluants de nature mobile, ou pour contrôler le pouvoir de prise du ciment.

La solidification améliore les propriétés macroscopiques et microscopiques des déchets.

Au niveau macroscopique, la solidification augmente la stabilité d'une décharge en créant un déchet uniformément solidifié, tout en établissant un milieu chimique stable. De plus, la formation d'une seule grande masse stable réduit la superficie de la surface de contact avec le sol environnant, minimisant ainsi les risques de lessivage.

Au niveau microscopique, la solidification sert souvent à encapsuler les particules individuelles des déchets ou à immobiliser les polluants à la suite de diverses réactions de précipitations et d'adsorption. Par conséquent, la stabilisation/solidification constitue une mesure sécuritaire supplémentaire en cas de rupture des systèmes de macroretenue, en diminuant, voire éliminant complètement, le lessivage par diffusion ou advection.

Les activités du CTEU

Au Centre technique des eaux usées (CTEU) d'Environnement Canada à Burlington (Ontario), un groupe spécialisé d'ingénieurs et de scientifiques se consacre aux études de caractérisation des déchets, traitement des déchets et élimination des déchets stabilisés/solidifiés. Le CTEU fait appel aux compétences en de nombreuses disciplines pour mettre au point des méthodes d'essais applicables aux déchets, évaluer la performance des techniques de traitement et élaborer des modèles mathématiques de traitement et des processus de lessivage.

Mise au point de méthodes d'essais

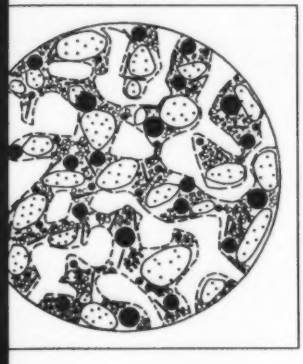
Des méthodes d'évaluation en laboratoire sont utilisées pour caractériser les propriétés physiques, chimiques et de lessivage des déchets solides. Les propriétés physiques sont mesurées à l'aide des essais normalisés pour les sols et le béton ainsi que par des méthodes d'essais spéciales mises au point au CTEU. Les propriétés chimiques sont établies en mesurant la teneur en polluants inorganiques et organiques à l'aide d'instruments analytiques de pointe. Le lessivage est évalué au moyen de divers procédés et essais d'extraction.

Le personnel du CTEU a mis au point ou amélioré plusieurs essais en laboratoire utilisés pour la caractérisation et la réglementation des déchets, notamment la validation d'une série d'essais pour mesurer les propriétés physiques et de lessivage des déchets solidifiés. Le groupe a également travaillé en collaboration avec des scientifiques d'autres pays pour mettre au point des essais de lessivage normalisés.

Le Centre technique des eaux usées a élaboré un modèle qui peut prévoir le taux de lessivage d'une décharge de déchets dangereux pendant une période de mille ans.

Études de traitabilité

L'évaluation à l'échelle réduite des techniques de traitement des déchets solides, particulièrement celles faisant appel aux matériaux de cimentation pour créer des monolithes solidifiés, constitue un aspect particulièrement important des activités du CTEU. Ces études comprennent l'évaluation de différents additifs, le dosage requis et leurs effets sur l'efficacité du procédé. Les résultats de ces évaluations sont étudiés de près par l'industrie de l'élimination des déchets qui cherche à connaître la valeur relative des différents procédés étudiés. Le CTEU fait souvent appel au concours de compagnies spécialisées dans la gestion des déchets pour mettre au point et démontrer des méthodes de solidification applicables à certains groupes de déchets.



Modélisation mathématique

L'élaboration de modèles mathématiques se révèle d'une grande utilité pour comprendre les mécanismes entraînant le lessivage des polluants présents dans les déchets solides. Ces modèles sont utiles pour l'interprétation des programmes d'évaluation en laboratoire et pour prévoir le lessivage à long terme.

Les récents succès du CTEU dans ce domaine comprennent l'élaboration d'un modèle mathématique qui tient compte de la diffusion simultanée et des réactions chimiques dans les déchets solidifiés, l'utilisation de modèles analytiques pour interpréter les résultats des essais par lots et la prévision quantitative du lessivage pour un projet de décharge de déchets dangereux, sur une période de mille ans, pour étayer une demande d'évaluation environnementale.

Transfert de technologie

Une dimension particulièrement importante du CTEU est le transfert des informations sur les techniques de gestion des déchets solides.

À cette fin, le personnel du CTEU apporte continuellement sa contribution à des activités de transfert de technologie comme: l'organisation de conférences internationales sur la solidification des déchets radioactifs et dangereux; l'établissement d'une banque de données informatisée, accessible au public, portant sur le lessivage et la solidification; et l'élaboration d'un système expert visant à évaluer le lessivage des déchets solides dans divers scénarios d'élimination.

Pour de plus amples renseignements sur les techniques de stabilisation/solidification ou sur toute autre activité de recherche du Centre technique des eaux usées d'Environnement Canada, prière de s'adresser à:

Centre technique des eaux usées
Environnement Canada
867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

P. Côté
Tél.: (416) 336-4605
ou
T. Constable
Tél.: (416) 336-4716